



В. М. Теслюк¹, Х. В. Береговська², Л. Є. Угрин¹

¹Національний університет "Львівська політехніка", м. Львів, Україна

²Прикарпатський національний університет ім. Василя Стефаника, м. Івано-Франківськ, Україна

РОЗРОБЛЕННЯ МЕТОДУ НАВЧАННЯ МОДЕЛЕЙ СИСТЕМ "РОЗУМНОГО БУДИНКУ" НА БАЗІ МОДЕЛЕЙ ПЕТРІ-МАРКОВА ТА ДОПОВНЕНИХ ФУНКЦІОНАЛЬНИМИ КОМПОНЕНТАМИ

Розроблено метод навчання моделей систем "Розумний будинок" (РБ), створених на базі моделей Петрі-Маркова та доповнених функціональними компонентами – сенсорами та актуаторами. Метод базується на спеціально розробленому оптимізованому алгоритмі навчання моделей систем РБ, а також відповідній моделі навчання. У процесі розроблення методу навчання моделей систем РБ проаналізовано основні вимоги до сучасних систем РБ, а також зазначено основні переваги розроблення моделей систем РБ. Навчання розробленої моделі проектованої системи РБ надає моделі унікальності. Розроблена модель навчання дає змогу здійснювати навчання моделей проектованої системи РБ згідно з розробленим алгоритмом, на основі реальних статистичних даних, отриманих в ході функціонування системи та її взаємодії з користувачами. Розроблена модель реалізовує навчання моделей якісно нового функціонального рівня, що дають змогу досліджувати динаміку та надійність системи ще на ранньому етапі системного проектування; реалізовувати розгалужувальні схеми довільної складності та гармонійне вливання функціональних компонентів у модель стохастичного класу.

Ключові слова: алгоритм; автоматизація; проектування; сенсор; актуатор.

Вступ. На сьогодні всі ми є свідками колосального розвитку та впровадження в повсякденне життя людей передових розробок та досягнень у галузі науки та техніки. Мікро- та нанотехнології ввійшли в наше повсякденне життя настільки стрімко і безповоротно, що ми вже й не можемо пригадати та уявити собі як колись обходились без них. Всього тільки пару десятків років тому не могли собі й уявити, що практично будь-яка наша найсміливіша фантазія цілком реально може бути реалізована і втілена в життя всього лиш через якихось 15-20 років. Попри нові розробки, які стали можливими завдяки сучасним досягненням науки та техніки, отримали "друге дихання" та подальший розвиток також і вже давно існуючі та навіть призабуті ідеї, системи, проекти, плани та технології. Не виключено, що саме завдяки цьому системи "Розумний будинок" (РБ), рос. "Умный дом", *eng.* "Smart House" (Brush, et al., 2011; Tang, & Venables, 2000; Poulson, 2001; Gaddam, 2008; Dewsbury & Edge, 2001; Sixsmith, 2000; Singhvi, et al., 2005; Saeed, et al., 2010; Madhuri, Sai & Sirisha, 2013) досі користуються неабиякою популярністю та є затребуваними на ринку сучасних технологічних послуг, тому становлять неабиякий інтерес як для бізнесменів, готових інвестувати немалі активи в цю галузь, так і для науковців-розробників, готових вкладати весь свій інтелектуальний потенціал для того, щоб такі системи ста-

вали ще привабливішими та затребуванішими для пересічних користувачів. Саме тому сучасні системи РБ вже не порівняти із тими їх першими аналогами, розробленими в далеких 50-х роках ХХ ст. у США, звідки вони беруть свій початок.

Основними вимогами до сучасних систем РБ є вже не так економія енергоресурсів, безпека, чи можливість віддаленого керування побутовими пристроями (хоча всі ці вимоги і досі залишаються надзвичайно актуальними, проте не основними), як максимальна адаптивність системи до вимог та побажань конкретних її користувачів.

Ось чому системи РБ і досі залишаються доволі недешевою розкішшю для більшості простих людей, адже вони не піддаються "штамповці", і кожна така система (якщо говоримо про справді якісний продукт) є абсолютно унікальною в своєму роді, що вимагає залучення значної кількості високоінтелектуальних спеціалістів від моменту зародження та обговорення із потенційним замовником самої ідеї розроблення системи РБ, аж до моменту її впровадження, та навіть вже в процесі її функціонування.

Розроблення алгоритму навчання моделей систем РБ. У роботі (Berehovska, et al., 2017a) представлено розроблений метод побудови моделей систем РБ, створених на базі моделей Петрі-Маркова та доповне-

Інформація про авторів:

Теслюк Василь Миколайович, д-р техн. наук, професор, професор кафедри САПР. **Email:** vasyli.m.teslyuk@lpnu.ua

Береговська Христина Василівна, аспірант кафедри САПР. **Email:** khbereg@gmail.com

Угрин Леся Євгенівна, ст. викладач кафедри інформаційних систем і технологій. **Email:** uhlesya@ukr.net

Цитування за ДСТУ: Теслюк В. М., Береговська Х. В., Угрин Л. Є. Розроблення методу навчання моделей систем "розумного будинку" на базі моделей Петрі-Маркова та доповнених функціональними компонентами. Науковий вісник НЛТУ України. 2017. Вип. 27(6). С. 139–144.

Citation APA: Teslyuk, V. M., Berehovska, K. V., & Uhryn, L. E. (2017). Development of the Method of Teaching the Models of the "Smart House" Systems on the Basis of Petri-Markov Models and Supplemented with Functional Components. *Scientific Bulletin of UNFU*, 27(6), 139–144. <https://doi.org/10.15421/40270628>

них функціональними компонентами, що дає змогу розробляти моделі систем РБ якісно нового рівня (Berehavska, et al., 2017b), основними перевагами яких є:

- 1) можливість дослідження динаміки та надійності системи ще на ранньому етапі системного проектування;
- 2) можливість реалізації розгалужувальних схем довільної складності;
- 3) інтегрована можливість кількісної оцінки імовірнісних процесів;
- 4) забезпечують гармонійне влиття функціональних компонентів (сенсорів та актюаторів), що представляють реальне hardware проектованої системи РБ, у модель стохастичного класу;
- 5) наявність гнучкого механізму декомпозиції, що передбачає декомпозицію системи на 7 основних рівнів, які дають змогу представити системи від рівня "чорної

скриньки" до рівня неподільних функціональних компонентів системи – сенсорів та актюаторів.

Отже, метод, представлений у роботі (Berehavska, et al., 2017a), дає змогу отримати модель проектованої системи РБ якісно нового функціонального рівня. Наступним етапом є подальше навчання розробленої моделі проектованої системи РБ, для того, щоб надати моделі її характеру та унікальності, необхідних для досягнення основної цілі – задоволення вимог користувача(-ів) шляхом максимальної адаптації моделі під особливості характеру та поведінки користувача(-ів).

На рис. 1 представлено блок-схему розробленого алгоритму навчання моделей систем РБ, створених на базі моделей Петрі-Маркова та доповнених функціональними компонентами.

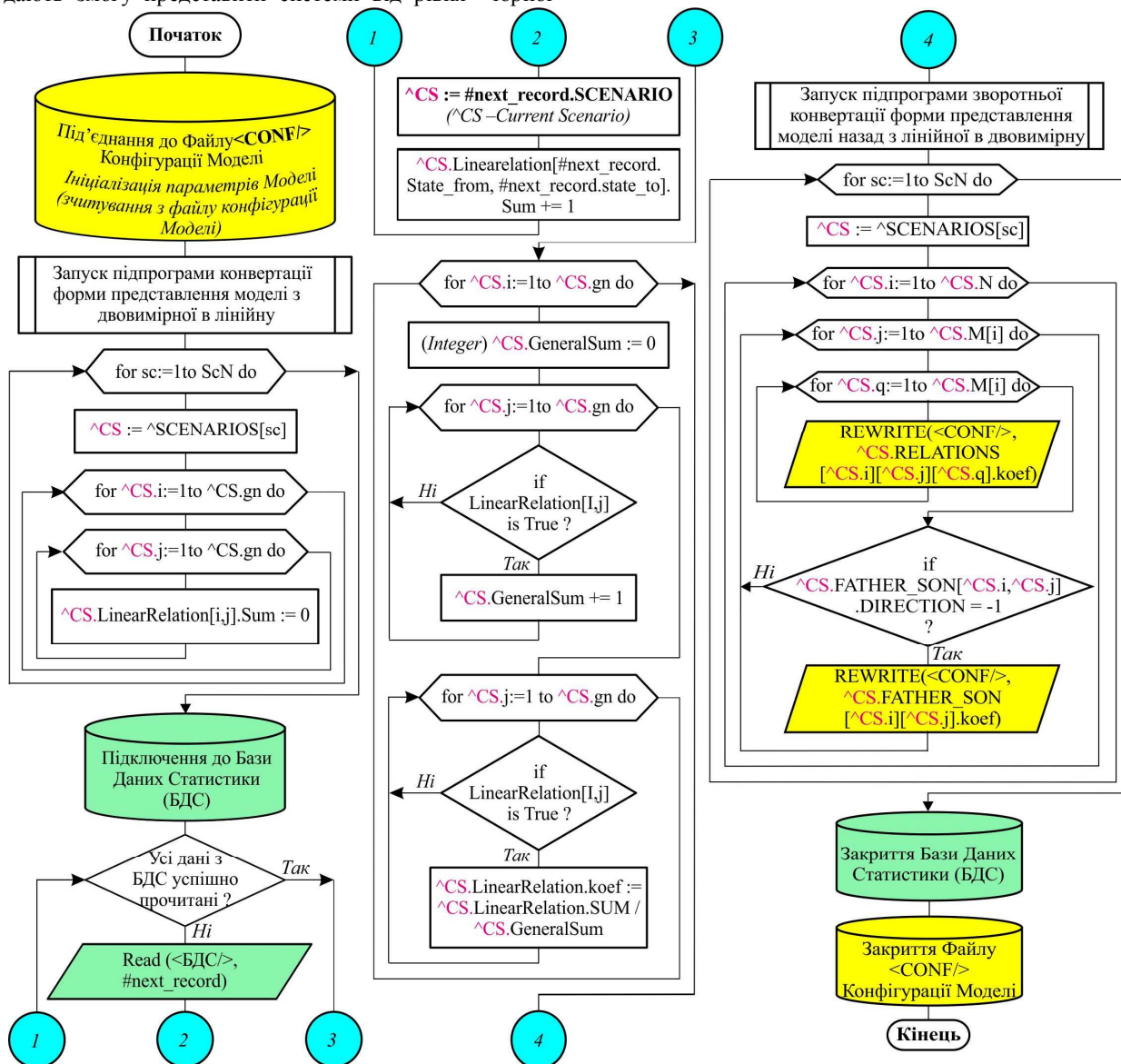


Рис. 1. Блок-схема алгоритму навчання моделей систем РБ

Цей алгоритм (див. рис. 1) розроблено та оптимізовано спеціально для навчання моделей систем РБ, побудованих методом (Berehavska, et al., 2017a), і враховує всі параметри, характеристики та особливості цих моделей.

Робота алгоритму розпочинається з під'єднання до файлу конфігурації моделі та зчитування даних із цього файлу, після чого відбувається конвертація форми представлення моделі з двовимірної у лінійну. Наступ-

ним етапом роботи розробленого алгоритму є обнулення лічильників спрацювань всіх переходів для всіх сценаріїв моделі, після чого відбувається під'єднання до файлу бази даних статистики з подальшим заповненням інформації про кількість спрацювань переходів моделі на основі даних з БДС.

Здійснюється перебір всіх станів моделі та підрахунок: а) кількості спрацювань кожного переходу, вихідним станом якого є поточний стан моделі; б) загальної

кількості спрацювань усіх переходів, вихідним станом яких є поточний стан моделі. На основі отриманих даних щодо кількості спрацювань кожного окремого переходу, а також загальної кількості спрацювань усіх переходів (для поточного стану моделі) здійснюється розрахунок імовірності спрацювання кожного із переходів. Після цього відбувається зворотня конвертація форми представлення моделі з лінійної в двовимірну, з подальшим перезаписом отриманих унаслідок проведених

розрахунків коефіцієнтів імовірностей спрацювання усіх переходів моделі у файл конфігурації моделі, закриття БДС та файлу конфігурації моделі, та завершення роботи алгоритму.

Розроблення моделі навчання моделей систем РБ.
Наступним етапом у розробленні методу навчання моделей систем РБ, є розроблення моделі навчання таких моделей (рис. 2).

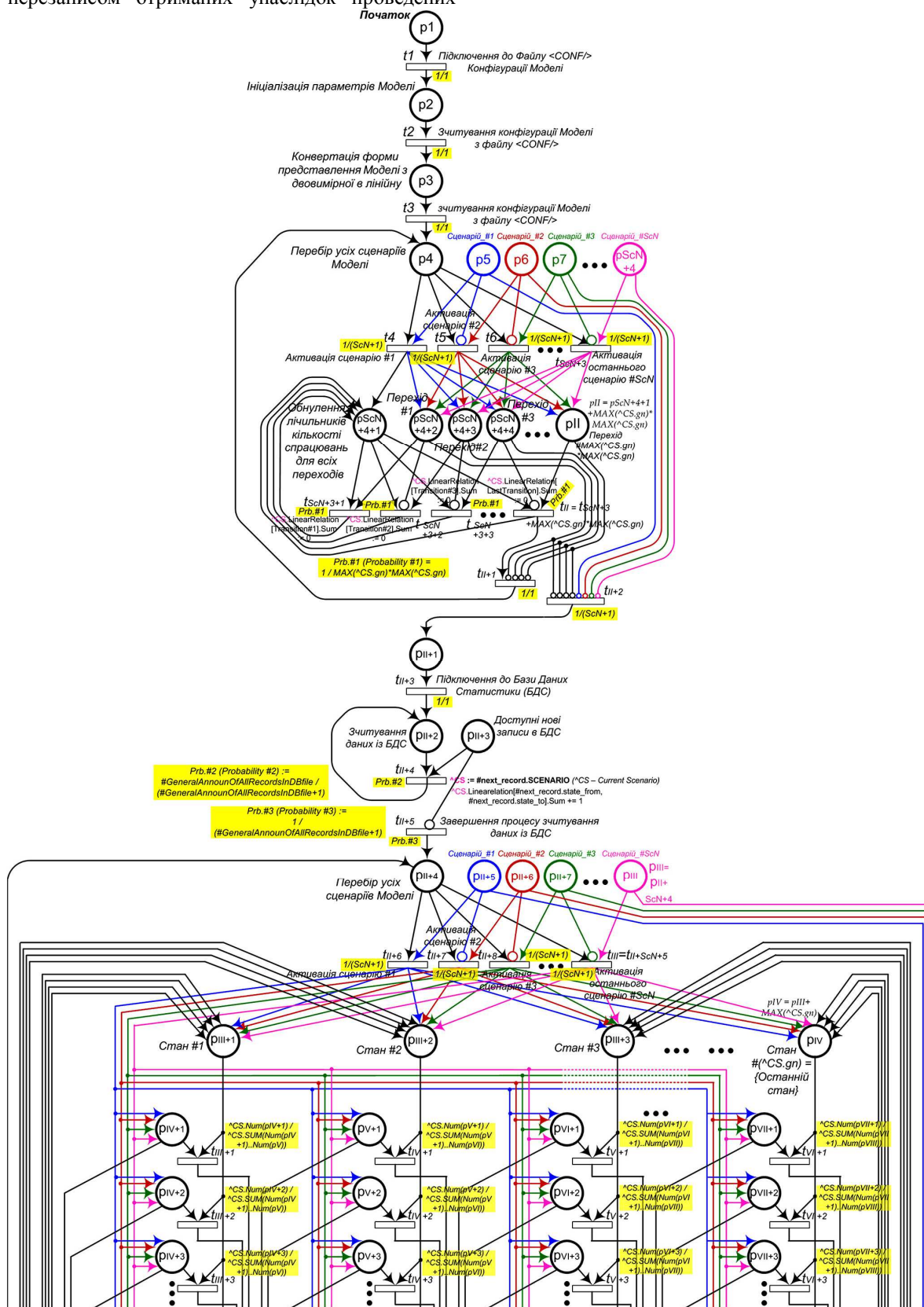


Рис. 2. Модель навчання моделей систем РБ

- 4) під'єднання до бази даних статистики з подальшим зчитуванням всіх записів із бази даних;
- 5) перебір усіх сценаріїв моделі з активацією кожного сценарію та розрахунком коефіцієнтів імовірностей спрацювання переходів на основі даних із бази даних статистики.

Отже, на виході маємо "навчену" модель проектованої системи РБ, яка повністю відповідатиме даним із бази даних статистики, отриманих у ході функціонування системи та її взаємодії з користувачем(-ами).

Сукупно розроблена модель навчання (див. рис. 2), а також розроблений алгоритм (див. рис. 1) навчання моделей систем РБ, дають змогу отримати власне повноцінний метод навчання моделей систем РБ, створених на базі моделей Петрі-Маркова, та доповнених функціональними компонентами.

Висновок. Розроблено метод навчання моделей систем "Розумний будинок" (РБ), створених на базі моделей Петрі-Маркова та доповнених функціональними компонентами – сенсорами і актюаторами. Особливістю розробленого методу є те, що він реалізовує навчання моделей якісно нового функціонального рівня, що дають змогу: досліджувати динаміку та надійність системи ще на ранньому етапі системного проектування; реалізовувати розгалужувальні схеми довільної складності; реалізовувати кількісну оцінку імовірнісних процесів; реалізовувати гармонійне влиття функціональних компонентів (сенсорів та актюаторів), що представляють реальне hardware проектованої системи РБ, у модель стохастичного класу; представлення системи від рівня "чорної скриньки" до рівня неподільних функціональних компонентів системи – сенсорів та актюаторів, завдяки розробленому механізму декомпозиції моделі на 7 основних рівнів декомпозиції.

Перелік використаних джерел

Berehovska, Kh. V., Mashevskaya, M. V., & Tesliuk, V. M. (2017a). Rozroblennia modelei system "Intelektualnyi budynok" pobudovanykh na bazi modelei Petri-Markova ta dopovnenykh funktsi-

- onalmymy komponentamy. *Modeliuvannia ta informatsiini tekhnologii*, 78, 179–185. Kyiv: Instytut modeliuvannia v enerhetytsi im. H. Ye. Pukhova NAN Ukrainy. [in Ukrainian].
- Berehovska, Kh. V., Mashevskaya, M. V., Zelinskiy, A. Ya., & Tesliuk, V. M. (2017b). Rozroblennia metodu pobudovy modelei system "Intelektualnyi budynok", stvorenykh na bazi modelei Petri-Markova ta dopovnenykh funktsionalnymy komponentamy. *Modeliuvannia ta informatsiini tekhnologii*, 79, 176–182. Kyiv: Instytut modeliuvannia v enerhetytsi im. H. Ye. Pukhova NAN Ukrainy. [in Ukrainian].
- Brush, A. J., Lee, B., Mahajan, R., Agarwal, S., Saroiu, S., & Dixon, C. (2011). Home automation in the Wild: Challenges and Opportunities. In *CHI '11 Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 2115–2124. <https://doi.org/10.1145/1978942.1979249>
- Dewsbury, G. A. & Edge, H. M. (2001). Designing the home to meet the needs of tomorrow... today: smart technology, health and well-being. *Open House International*, 26(2) Summer, 33–42.
- Gaddam, A. (2008). Development of a Bed Sensor for an Integrated Digital Home Monitoring System. *IEEE International Workshop on Medical Measurements and Applications*, 4, 33–38, May.
- Madhuri, K., Sai, B. L., & Sirisha, B. S. (2013). A Home Automation System Design Using Hardware Descriptive Tools. *International Journal of Engineering Research & Technology*, 2(7), 385–393.
- Poulson, D. F. (2001). Guidelines for the development of home automation products. *Inclusive Design Guidelines for HCI*, (pp. 209–226). London: Taylor and Francis.
- Saeed, U., Syed, S., Qazi, S. Z., Khan, N., Khan, A., & Babar, M. (2010). Multi-advantage and security based home automation system. *2010 Fourth UKSim European Symposium on Computer Modeling and Simulation (EMS)*, 7–11, Nov.
- Singhvi, V., Krause, A., Guestrin, C., Garrett, J. H. Jr., Matthews, H. S. (2005). Intelligent Light Control using Sensor Networks. In *Proceedings of the 3rd international conference on Embedded networked sensor systems, SenSys '05*, 218–229.
- Sixsmith, A. J. (2000). An evaluation of an intelligent home monitoring system. *Journal of Telemedicine and Telecare*, 6(2), 63–72. <https://doi.org/10.1258/1357633001935059>
- Tang, P., & Venables, T. (2000). 'Smart' homes and telecare for independent living. *Journal of Telemedicine and Telecare*, 6(1), 8–14. <https://doi.org/10.1258/1357633001933871>

В. Н. Теслюк¹, Х. В. Береговская², Л. Е. Угрин¹

¹ Національний університет "Львівська політехніка", г. Львів, Україна

² Прикарпатський національний університет ім. Василя Стефаника, г. Івано-Франківськ, Україна

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ОБУЧЕНИЯ МОДЕЛИ СИСТЕМ "УМНОГО ДОМА" НА БАЗЕ МОДЕЛЕЙ ПЕТРИ-МАРКОВА И ДОПОЛНЕННЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ КОМПОНЕНТАМИ

Разработан метод обучения моделей систем "Умный дом" (УД), созданных на базе моделей Петри-Маркова и дополненных функциональными компонентами – сенсорами и актюаторами. Метод базируется на специально разработанном оптимизированном алгоритме обучения моделей систем УД, а также соответствующей модели. В процессе разработки метода обучения моделей систем УД проанализированы основные требования к современным системам УД, а также отмечены основные преимущества разработки моделей систем УД. Обучение разработанной модели проектируемой системы РБ придает модели уникальности. Разработанная модель обучения позволяет осуществлять обучение моделей проектируемой системы РБ согласно разработанного алгоритма, на основе реальных статистических данных, полученных в ходе функционирования системы и ее взаимодействия с пользователями. В результате разработанная модель реализует обучение моделей качественно нового функционального уровня, позволяющие: исследовать динамику и надежность системы еще на раннем этапе системного проектирования; реализовывать разветвленные схемы любой сложности, оценку вероятностных процессов и гармоничное влияние функциональных компонентов в модель стохастического класса.

Ключевые слова: алгоритм; автоматизация; проектирование; сенсор; актюатор.

V. M. Teslyuk¹, K. V. Beregovskaya², L. E. Uhrin¹

¹ Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine

² Vasyl Stefanyk Precarpathian National University, Ivano-Frankivsk, Ukraine

DEVELOPMENT OF THE METHOD OF TEACHING THE MODELS OF THE "SMART HOUSE" SYSTEMS ON THE BASIS OF PETRI-MARKOV MODELS AND SUPPLEMENTED WITH FUNCTIONAL COMPONENTS

Developed method for teaching the models of the "Smart house" systems (SH), created on the basis of Petri-Markov models, and supplemented with functional components – sensors and actuators. The method is based on a specially developed optimized learning

algorithm for SH-systems models, as well as the corresponding model for learning models of SH-systems, based on Petri-Markov models, and supplemented with the functional components, is presented in this paper. In the process of developing the method of teaching the models of the SH-systems, the basic requirements for the modern systems of SH were analyzed, which explains the uniqueness of such models and requires the involvement of a significant number of highly-skilled specialists from the moment of the birth and discussion with the potential customer of the very idea of the development of the SH-systems, until the moment of its introduction. The main advantages of developing the models of SH-systems are also noted. One of the main stages is the further studying of the developed model of the projected system of SH in order to provide the model with its character and uniqueness. The developed training model allows to study the models of the projected system of SH according to the developed algorithm, based on real statistics obtained during the operation of the system and its interaction with users. As a result, the developed model implements the training of models of a qualitatively new functional level, which enable: to investigate the dynamics and reliability of the system at an early stage of system design; to implement branching schemes of arbitrary complexity; to carry out quantitative estimation of probable processes and harmonious infusion of functional components representing the real hardware of the projected system of SH, into the model of stochastic class; representation of the system from the level of the "black box" to the level of indivisible functional components of the system – sensors and actuators, due to the developed mechanism of decomposition of the model at seven basic levels.

Keywords: algorithm; automation; design; sensor; actuator.